

AP20 Rec'd PCT/PTO 28 JUL 2006

Satellitengetriebe

Die Erfindung betrifft ein als umlaufendes Schaltwerksgetriebe mit integrierten Freiläufen ausgebildetes Satellitengetriebe mit einem Antriebs- und einem Abtriebselement, die durch Verschiebung in beliebige konzentrische oder exzentrische Lagen unterschiedliche Drehzahlübersetzungen ermöglichen und von denen eines als Ringscheibe mit mindestens einem Zahnring und das andere als Rotor ausgebildet ist, wobei umlaufende Satelliten mit einem Zahnprofil mit dem Zahnring formschlüssig kuppelbar sind und im Kupplungszustand ein Drehmoment von dem Antriebselement auf das Abtriebselement übertragen.

Satellitengetriebe der vorbeschriebenen Art werden beispielsweise in der EP 0 708 896 B1 beschrieben. Das dortige Satellitengetriebe besitzt mehrere einzelne Räder, die gemeinsam ein Satellitenrad darstellen, das mit einem Zentralrad in einer permanenten Formschlussverbindung steht. Das Verhältnis der wirksamen Radien des Satellitenrades und des Zentralrades und die gegenseitige exzentrische Lage des Satellitenrades und des Zentralrades zueinander, die durch geeignete Mittel variiert werden kann, bestimmt das Drehzahlverhältnis zwischen dem Antriebs- und dem Abtriebselement. Die das Satellitenrad bildenden Räder durchlaufen bei exzentrischer Lage zu einem Zentralrad einen drehmomentübertragenden Lastweg und einen lastfreien Weg in zyklischer Reihenfolge. Drehbar um ihre eigene Achse angeordnet sind die Räder einerseits um die Satellitenradachse und andererseits über eine richtungsgeschaltete Kupplung nur in eine Richtung um ihre eigene Achse, wobei die Räder beim Übergang vom lastfreien Weg zum Lastbogenweg durch den Formschlusseingriff die Eigenrotation blockierend das anliegende Drehmoment übertragen. Nach EP 0 708 896 B1 soll eine Ungleichförmigkeit der Drehmomentübertragung durch Variation der durch den Lastbogen bestimmten wirksamen Radien und/oder der wirksamen Tangentialkomponenten durch eine zyklische Regelung zumindest teilweise kompensiert werden.

Ein Satellitengetriebe ist ferner aus der WO 03/060348 A1 bekannt, bei dem eine Ringscheibe mit einer Umfangsnut einerseits und ein Sternkörper mit Radialnuten

BEST AVAILABLE COPY

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung führt die Ringscheibe den Zahnring drehelastisch, radial und planparallel, vorzugsweise unter Zwischenlage eines Gummiringes (als Anfederung).

In einer praktischen Ausführungsform kann eine Getriebestufe zwei oder mehrere Teilstufen aufweisen, die axial zueinander versetzt angeordnet sind, wobei benachbarte Satelliten zu unterschiedlichen Teilstufen gehören und vorzugsweise separat angefedert sind.

Weitere Vorteile und Ausführungsformen werden im Folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Getriebestufe in drei Seitenansichten,

Fig. 2 die Getriebestufe in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht sowie zwei Seitenansichten der Achse, der Radialsegmente und des Rotors gemäß Fig. 1 und

Fig. 4 den Rotor in drei verschiedenen Ansichten.

Insbesondere Fig. 1 und 2 sind eine Getriebestufe (ohne Gehäuse) mit einer Ringscheibe 10 zu entnehmen, in der in zwei axial versetzten Ebenen die Zahnscheiben 11 radial und planparallel geführt und drehelastisch über Gummiringe 12 das Drehmoment übertragen. Die Satelliten 13 sind durch Übertragungsstifte 14 mit Radialsegmenten 15 verbunden, die axial versetzt auf der Achse 16 umlaufen. Der Rotor 17 mit den Flaschen 19 und den Stiften 18, die durch die Radialnuten der Segmente 15 geführt sind, kann mit Hilfe einer nicht dargestellten Vorrichtung in exzentrische Positionen verstellt werden, so dass beliebige Übersetzungsverhältnisse stufenlos einstellbar sind.

In einer Abkehr vom Stand der Technik erfolgt die Kopplung der Satelliten somit nicht mehr direkt über Übertragungsstifte in die Sternscheibe. Vielmehr sind die Satelliten 13 an den Radialsegmenten 15 geführt, die mit den Satelliten 13 umlaufen, die dabei die Fliehkräfte bei minimalen Gleitgeschwindigkeiten aufnehmen, da sie auf der (Dreh-)Achse 16 geführt sind. Um auf dieser Achse 16 Platz zu finden, sind die Segmente 15 axial versetzt und ineinander verschachtelt. Die Übertragung in den Abtrieb übernimmt der Rotor 17 mit Stiften 18, die in Schlitzten der Radialsegmente 15 laufen und deren Rotationsbewegung über Flansche 19 des Rotors übernommen wird. Die Übersetzung wird dabei stufenlos durch den Exzenterversatz des Rotors 17 relativ zur Achse 16 der Ringscheibe 10 und den Radialsegmenten 15 bestimmt.

Die Satelliten 13 sind mit den Stiften 14 in den Radialsegmenten 15 zweischnittig geführt und können in den Stiften 14 zum Ein- und Auskuppeln rotieren. Die Zentrifugalkräfte werden nicht wie in der aus der WO 03/060348 A1 bekannten Ausführung mit hohen Gleitgeschwindigkeiten aufgenommen, sondern verlustarm in der Lagerung der Segmente 15 auf der Achse 16. Die drehmomentführenden Umfangskräfte werden sowohl an der Achse 16 als auch im Bereich der Stifte überall zweischnittig übertragen, so dass in der Verzahnung und im Rotor keine asymmetrische Kantenlast, sondern eine über die Kontaktfläche im wesentlichen konstante Flächenpressung entsteht. Die Werkstoffspannungen in den Stiften 14 werden im Wesentlichen auf reine Schubspannungen reduziert, da die Biegelasten nahezu verschwinden bzw. vernachlässigbar klein sind.

Die exzentrische Verschiebung, die erforderlich ist, um die gewünschte Übersetzung einzustellen, ist quantitativ klein. Zusätzlich wird das Bauteil kleinsten Durchmessers, nämlich der Rotor und nicht mehr die Sternscheibe mit dem größten Durchmesser (wie bei dem Satellitengetriebe gemäß WO 03/060348 A1) verschoben, so dass ein erheblich kleineres Gehäusemaß entsteht.

Die Überholgeschwindigkeiten in der Verzahnung, die für eine bestimmte Übersetzung benötigt werden, sind durch die Geometrie deutlich geringer mit entsprechend

positiver Auswirkung auf entstehende Geräusche, den Verschleiß und den Schleppwiderstand.

Zum Ausgleich der Ungleichförmigkeit ist die Getriebestufe vorzugsweise in zwei Ebenen unterteilt, wobei die Zahnringe 11 in der Ringscheibe 10 über Umfangsnuten radial und planparallel geführt werden, jedoch in diesen Nuten zunächst frei rotieren. Der Gummiring 12, der sowohl mit der Ringscheibe 10 als auch mit dem Zahnring 11 form- und/oder stoffschlüssig verbunden ist, fungiert als drehelastische Kupplung. Die Satelliten 13 laufen versetzt in den beiden Ebenen, so dass die Drehelastizität den eingeriegelten Satelliten vom jeweils nachfolgenden Satelliten, der als nächster einriegeln wird, entkoppelt. Damit wird eine Überlappung der Lastzyklen benachbarter Satelliten erreicht, ferner werden die Tangentensprünge der Übertragungsfunktionen im Kupplungspunkt geglättet. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, können beispielsweise 2 x 4 Satelliten 15 in benachbarten Ebenen rotieren, wodurch die Baubreite dadurch minimierbar ist, dass die Radialsegmente 15 auf der Achse 16 zweischnittig aufgebaut, aber ineinander verschachtelt sind.

Die Kerngedanken der vorliegenden Erfindung lassen sich wie folgt zusammenfassen: Zunächst sind die Satelliten 13 mit Radialsegmenten verbunden, wodurch die Fliehkräfte im Überholbetrieb abgestützt werden. Ferner sind die Radialsegmente im Bereich der Achse 16 versetzt auf ein kleineres axiales Maß, vorzugsweise zweischnittig in der Breite reduziert und dabei so axial untereinander versetzt, dass mehrere Radialsegmente gemeinsam auf einer Achse rotieren können. Die Radialsegmente 15 weisen Schlitz auf, durch die Stifte 18 eines Rotors 17 geführt sind, so dass das Drehmoment über diesen Rotor 17 weitergeleitet wird. Die Schlitz der Radialsegmente sind derart asymmetrisch angeordnet, dass in Richtung der Drehmomentübertragung ein breiterer Biegeträger und in Leerlaufrichtung ein flacherer Biegeträger entsteht.

Die Satelliten sind vorzugsweise in den Radialsegmenten mehrschnittig, mindestens zweischnittig geführt. Vorzugsweise sind die Radialsegmente auch auf der Achse mehrschnittig, mindestens zweischnittig geführt.

Die Stifte 18 können auf den Flanschen 19 frei rotieren bzw. der Kontaktbereich der Stifte 18 zu den Radialsegmenten 15 ist durch mehrteilige Ausführungen rotatorisch freigeschaltet, so dass die Stifte in diesem Bereich abgeflacht werden können. Zwischen den Radialsegmenten 15 und den Stiften 18 ist ein Vollflächenkontakt (anstelle einer Hertz'schen Linienberührung) möglich.

Ferner sind die Ringscheibe 10 und die Zahnscheiben 11 drehelastisch und radial sowie planparallel geführt. Durch Aufteilung einer Getriebestufe in zwei oder mehrere Teilstufen, die axial versetzt angeordnet sind, wobei benachbarte Satelliten zu verschiedenen Teilstufen gehören, kann eine separate Anfederung benachbarter Satelliten realisiert werden.

Ansprüche

1. Als umlaufendes Schaltwerksgetriebe mit integrierten Freiläufen ausgebildetes Satellitengetriebe mit einem Antriebs- und einem Abtriebs-
element, die durch Verschiebung in beliebige konzentrische oder exzentrische Lagen unterschiedliche Drehzahlübersetzungen ermöglichen und von denen eines als Ringscheibe (10) mit mindestens einem Zahnring (11) und das andere als Rotor (17) ausgebildet ist, wobei umlaufende Satelliten (13) mit einem Zahnprofil mit einem Zahnring (11) formschlüssig kupplbar sind und im Kupplungszustand ein Drehmoment von dem Antriebs-
element auf das Abtriebs-
element übertragen,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeder Satellit (13) mit dem Rotor (17) über ein Radialsegment (15) verbunden ist, das um eine mit dem Rotor gemeinsame Achse (16) rotierbar angeordnet ist.
2. Satellitengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialsegmente (15) im Bereich der Achse (16) in axialer Richtung verjüngt ausgebildet und gegen die jeweils benachbarten Radialsegmente (15) versetzt angeordnet sind, wobei die Radialsegmente (15) vorzugsweise im Bereich der Achse (16) ineinander greifen.
3. Satellitengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialsegmente (15) auf der Achse (16) und/oder an ihrem anderen Ende mehrschnittig, vorzugsweise zweischnittig ausgebildet sind.
4. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialsegmente (15) an ihrem der Achse (16) abgewandten Ende eine oder in einer zweischnittigen Ausführung zwei Bohrungen aufweisen, durch die ein den Satellit (13) tragender Übertragungsstift gesteckt ist.

5. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialsegmente (15) Schlitz aufweisen, durch die Stifte (18) des Rotors (17) geführt sind.
6. Satellitengetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitz der Radialsegmente (15) derart asymmetrisch angeordnet sind, dass in Richtung der Drehmomentübertragung ein breiterer Biegeträger und in Leerlaufichtung ein flacherer Biegeträger entsteht.
7. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stifte (18) auf Flanschen (19) des Rotors (17) frei rotieren können oder dass der Kontaktbereich der Stifte (18) zu den Radialsegmenten (15), vorzugsweise durch eine mehrteilige Ausführung, rotatorisch frei gestaltet ist, wobei vorzugsweise die Stifte (18) abgeflacht sind, so dass zwischen den Radialsegmenten (15) und den Stiften (18) ein Flächenkontakt, insbesondere ein Vollflächenkontakt besteht.
8. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringscheibe (10) den oder jeden Zahnring (11) drehelastisch, radial und planparallel führt, vorzugsweise unter Zwischenlage eines Gummiringes (12).
9. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Getriebestufe zwei oder mehrere Teilstufen aufweist, die axial zueinander versetzt angeordnet sind, wobei benachbarte Satelliten zu unterschiedlichen Teilstufen gehören und vorzugsweise separat angefedert sind.

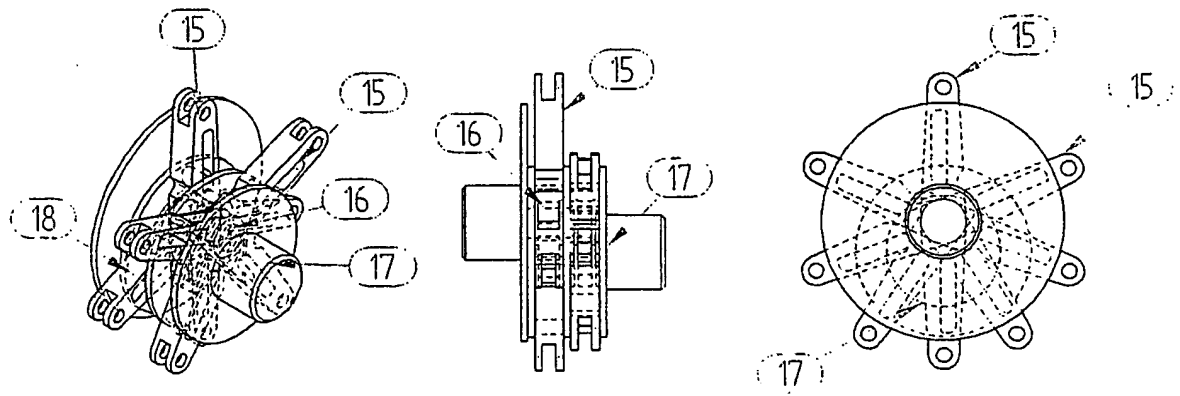


Fig 3

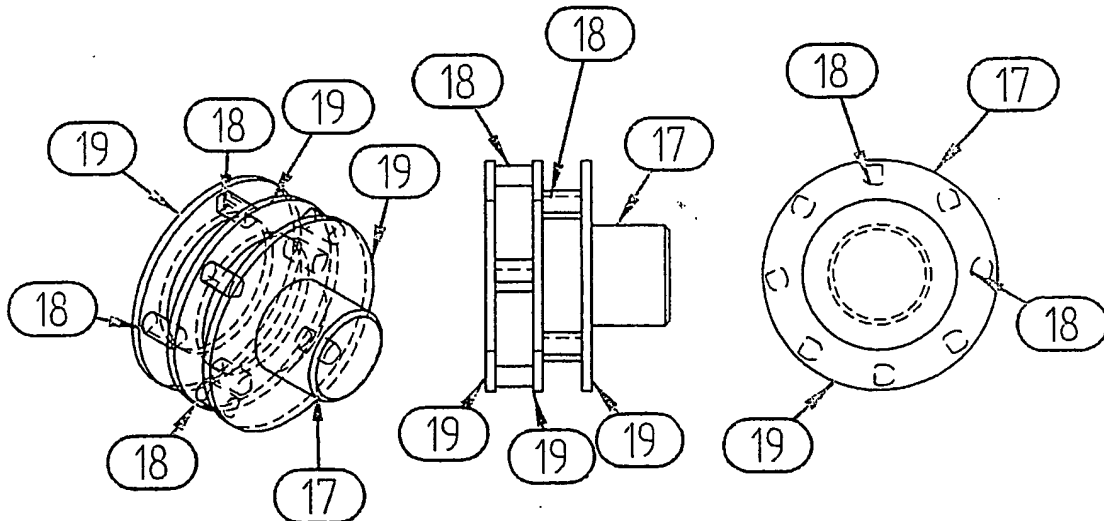


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 2005/000852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16H29/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 447 421 B1 (WREN NICHOLAS D) 10 September 2002 (2002-09-10) the whole document	1-5, 8, 9
Y	DE 100 32 479 A1 (SCHWEIZER, VIKTOR) 17 January 2002 (2002-01-17) the whole document	1, 5, 7, 9
Y	US 4 660 427 A (FENTON ET AL) 28 April 1987 (1987-04-28) the whole document	1-5, 7-9
Y	DE 102 01 738 A1 (FISCHER, INA) 31 July 2003 (2003-07-31) cited in the application the whole document	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 2005

Date of mailing of the international search report

09/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vogt-Schilb, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/000852

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 21606 A A.D. 1910 (JOHANN GEORG LANG) 19 January 1911 (1911-01-19) figures 5-7	1,5
A	FR 772 340 A (POITEVIN, FLORIAN) 27 October 1934 (1934-10-27) the whole document	1,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000852

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6447421	B1	10-09-2002	US 2004035231 A1	26-02-2004
DE 10032479	A1	17-01-2002	NONE	
US 4660427	A	28-04-1987	NONE	
DE 10201738	A1	31-07-2003	AU 2003205609 A1	30-07-2003
			WO 03060348 A1	24-07-2003
			EP 1466110 A1	13-10-2004
GB 191021606	A	19-01-1911	NONE	
FR 772340	A	27-10-1934	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000852

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16H29/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 447 421 B1 (WREN NICHOLAS D) 10. September 2002 (2002-09-10) das ganze Dokument	1-5, 8, 9
Y	DE 100 32 479 A1 (SCHWEIZER, VIKTOR) 17. Januar 2002 (2002-01-17) das ganze Dokument	1, 5, 7, 9
Y	US 4 660 427 A (FENTON ET AL) 28. April 1987 (1987-04-28) das ganze Dokument	1-5, 7-9
Y	DE 102 01 738 A1 (FISCHER, INA) 31. Juli 2003 (2003-07-31) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vogt-Schilb, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000852

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 21606 A A.D. 1910 (JOHANN GEORG LANG) 19. Januar 1911 (1911-01-19) Abbildungen 5-7	1,5
A	FR 772 340 A (POITEVIN, FLORIAN) 27. Oktober 1934 (1934-10-27) das ganze Dokument	1,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000852

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6447421	B1	10-09-2002	US 2004035231 A1	26-02-2004
DE 10032479	A1	17-01-2002	KEINE	
US 4660427	A	28-04-1987	KEINE	
DE 10201738	A1	31-07-2003	AU 2003205609 A1	30-07-2003
			WO 03060348 A1	24-07-2003
			EP 1466110 A1	13-10-2004
GB 191021606	A	19-01-1911	KEINE	
FR 772340	A	27-10-1934	KEINE	

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.